



# pH LARUTAN (pH)

Mimin Suminar

[mimin.suminar14@gmail.com](mailto:mimin.suminar14@gmail.com)

pH merupakan ukuran untuk menunjukkan keasaman suatu larutan. Asam dan basa mempunyai sifat yang berbeda, ada yang kuat dan ada yang lemah. Pada bagian ini akan diuraikan penentuan pH asam-basa dengan indikator, konstanta ionisasi, asam dan basa, perhitungan pH larutan, trayek pH dan macam-macam indikator.

## pH Larutan Asam-Basa

Istilah pH sudah tidak asing lagi di telinga kita, karena sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari, misalnya, pH air, pH tanah, pH pembersih muka, pH sampo dll. Harga pH larutan berkisar diantara angka 0 – 14. Hal ini ditentukan oleh jumlah ion  $H^+$  yang terkandung dalam larutan tersebut.

Alat yang digunakan untuk mengidentifikasi pH larutan asam-basa bisa berupa:

Nama Alat	Gambar
Indikator Universal (stick)	



Kertas lakmus	
pH meter. Alat ini merupakan alat yang cukup akurat.	 <p>( pH meter ) Larutan : Phenolftalein (PP), Brom Timol Biru ( BTB), Metil Jingga (MJ), dan Metil Merah ( MT).</p>

### A. PENENTUAN pH ASAM-BASA

Untuk mengetahui berapa harga pH larutan asam-basa maka lakukanlah percobaan berikut ini

Kegiatan 1                      PENENTUAN pH LARUTAN ASAM BASA  
LKS Terlampir.

### B. KONSTANTA IONISASI ASAM DAN BASA

Asam dan basa ada yang bersifat kuat dan lemah. Asam dan basa kuat dalam air seluruh molekulnya terurai menjadi ion-ionnya, sedangkan asam dan basa lemah hanya sebagian kecil molekulnya terurai menjadi ion-ionnya. Berdasarkan banyaknya asam atau basa yang terionisasi didapat harga derajat ionisasi asam atau basa. Derajat ionisasi ( $\alpha$ ) adalah harga perbandingan antara jumlah molekul zat yang terionisasi dengan jumlah molekul zat mula-mula. Nilai derajat ionisasi ( $\alpha$ ) dapat ditentukan dengan persamaan berikut.





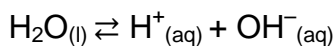
$$\alpha = \frac{\text{Jumlah mol asam terionisasi}}{\text{Jumlah mol asam mula - mula}} \text{ atau } \alpha = \frac{\text{Jumlah mol basa terionisasi}}{\text{Jumlah mol basa mula - mula}}$$

Derajat ionisasi memiliki rentang antara 0 hingga 1. Asam kuat dan basa kuat terionisasi sempurna dalam larutannya, maka derajat ionisasi,  $\alpha$  mendekati 1. Asam lemah dan basa lemah hanya terionisasi sebagian kecil dalam larutannya sehingga mempunyai derajat ionisasi  $0 < \alpha < 1$ .

Penguraian asam lemah atau basa lemah menjadi ion-ionnya membentuk reaksi kesetimbangan dan memiliki suatu konstanta ionisasi asam dan basa atau ditulis **Ka** dan **Kb**.

#### 1. Konstanta Ionisasi Air

Air merupakan larutan elektrolit yang sangat lemah dan terionisasi menurut kesetimbangan berikut :



Dari persamaan diatas, di dapat kesetimbangan air.



$[\text{H}_2\text{O}]$  dianggap tetap, karena  $[\text{H}_2\text{O}]$  sangat besar dibandingkan dengan banyaknya  $\text{H}_2\text{O}$  yang terionisasi, sehingga :  $K_w = [\text{H}^+] [\text{OH}^-]$

Harga  $K_w$  pada berbagai suhu bisa dilihat dari tabel 1 di bawah ini :





Tabel 1

Suhu	Kw
10	$0,295 \times 10^{-14}$
20	$0,676 \times 10^{-14}$
25	$1,000 \times 10^{-14}$
60	$9,550 \times 10^{-14}$

Pada suhu 25°C, Kw yang didapat dari percobaan adalah  $1,0 \times 10^{-14}$ . Harga Kw ini bergantung pada suhu, tetapi untuk percobaan yang suhunya tidak terlalu menyimpang jauh dari 25°C, harga itu dapat dianggap tetap.

$$\text{Berarti : } Kw = [H^+] [OH^-] = 10^{-14}$$

$$\text{Maka : } [H^+] \text{ dalam air} = 10^{-7} \text{ dan } [OH^-] \text{ dalam air} = 10^{-7}$$

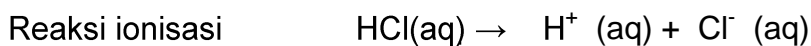
## 2. Ionisasi Asam kuat dan Basa kuat

Asam kuat dan basa kuat adalah senyawa yang dalam air mengalami ionisasi sempurna, hampir semua molekulnya terionisasi membentuk ion. Reaksinya merupakan reaksi satu arah bukan reaksi kesetimbangan. Untuk menghitung  $[H^+]$  atau  $[OH^-]$  dapat digunakan perhitungan kimia dengan melihat reaksi ionisasinya. Perhatikan contoh soal berikut.

Contoh soal

- a. Berapa konsentrasi  $H^+$  dan  $OH^-$  dalam 500 mL larutan HCl 0,1 M ?

Penyelesaian:



$$\text{Perbandingan koefisien} \quad 1 \quad 1 \quad 1$$

$$[H^+] = 1/1 \times 0,1 \text{ M} = 10^{-1} \text{ M}$$

Konsentrasi  $OH^-$  dalam HCl 0,1 M adalah

$$[H^+] [OH^-] = K_w = 10^{-14}$$

$$[OH^-] = 10^{-14}$$

$$[OH^-] = 10^{-14}/10^{-1} = 10^{-13}$$





Jadi  $[H^+] = 10^{-1} \text{ M}$  dan  $[OH^-] = 10^{-13} \text{ M}$

b. berapa konsentrasi  $OH^-$  dan  $H^+$  dalam larutan NaOH 0,2 M ?

Penyelesaian



Konsentrasi awal 0,2 M

Perbandingan koefisien 1 1 1

$$[OH^-] = 1/1 \times 0,2 \text{ M} = 0,2 \text{ M} = 2 \cdot 10^{-1} \text{ M}$$

$$[H^+][OH^-] = K_w = 10^{-14} \text{ M}$$

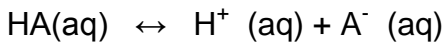
$$[H^+] \times 2 \cdot 10^{-1} \text{ M} = 10^{-14} \text{ M}$$

$$[H^+] = 10^{-14} / 2 \cdot 10^{-1} = 5 \cdot 10^{-14} \text{ M}$$

Jadi  $[OH^-] = 2 \times 10^{-1} \text{ M}$  dan  $[H^+] = 5 \cdot 10^{-14} \text{ M}$

3. Konstanta ionisasi asam lemah

Asam lemah [HA] akan terionisasi dengan reaksi kesetimbangan.



$K_a$  adalah konstanta kesetimbangan asam

$$K_a = [H^+][A^-] / [HA]$$

$$[H^+] = [A^-], \text{ maka } K_a = [H^+]^2 / [HA]$$

$$[H^+]^2 = K_a \cdot [HA]$$

$$[H^+] = \sqrt{K_a \cdot [HA]}$$

$$[HA] = M \text{ asam}$$

$$\text{Maka } [H^+] = \sqrt{K_a \cdot M} \text{ asam.}$$

Dari rumus di atas,  $[H^+]$  dari asam lemah dapat ditentukan asal harga

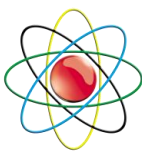
$K_a$ -nya diketahui. Jika  $K_a$  besar maka  $[H^+]$  juga besar atau asam makin kuat.

Jadi, dapat disimpulkan:

Makin besar  $K_a$  suatu asam, sifat asam makin kuat

**Tabel 2** harga  $K_a$  beberapa asam lemah

Nama asam	Rumus kimia	Nilai $K_a$
Asam asetat	$CH_3COOH$	$1,7 \times 10^{-5}$
Asam karbonat	$H_2CO_3$	$4,3 \times 10^{-7}$
Asam formiat	$HCOOH$	$1,7 \times 10^{-4}$



Asam flourida	HF	$6,8 \times 10^{-4}$
Asam oksalat	H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	$5,6 \times 10^{-2}$

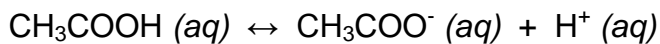
**Bagaimana cara menghitung [H<sup>+</sup>] pada asam lemah? perhatikan contoh soal berikut.**

Contoh soal

Tentukan [H<sup>+</sup>] yang terdapat dalam asam asetat 0,1 M jika K<sub>a</sub> asam asetat =  $1,7 \times 10^{-5}$  ?

Penyelesaian

Persamaan ionisasi asam asetat ( CH<sub>3</sub>COOH )



$$[\text{H}^+] = \sqrt{K_a \cdot M \text{ asam.}}$$

$$= \sqrt{1,7 \times 10^{-5} \times 10^{-1} \text{ M}}$$

$$= 1,3 \times 10^{-3} \text{ M}$$

Jadi [H<sup>+</sup>] dalam larutan asam asetat 0,1 M adalah  $1,3 \times 10^{-3} \text{ M}$

\* Hubungan derajat ionisasi asam ( α ) dengan harga K<sub>a</sub>

Suatu asam lemah HA dengan konsentrasi a molar membentuk ion H<sup>+</sup> dan ion A<sup>-</sup> dengan derajat ionisasi = α .Secara matematis hubungan K<sub>a</sub> dengan alpha dapat dijelaskan sebagai berikut.

	HA (aq)	↔	H <sup>+</sup> (aq)	+	A <sup>-</sup> (aq)
Mula-mula	a mol		-		-
Bereaksi	a α				
Hasil reaksi			a α		a α
Mol zat pada kesetimbangan	a(1- α)		α		a α

Oleh karena α sangat kecil maka untuk asam lemah harga a(1- α) dianggap = 1 atau sama dengan konsentrasi mula-mula. Maka





$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = a \alpha \times a \alpha / a$$

$$K_a = (a \alpha^2)$$

$$\alpha = \sqrt{K_a / a}$$

$a$  = konsentrasi asam mula-mula ( M asam )

$$\text{jadi } = \sqrt{K_a / a} \approx K_a = \text{Masam} \times \alpha^2$$

Substitusikan ke rumus :  $[H^+] = \sqrt{K_a \cdot \text{Masam}}$ .

maka didapat  $[H^+] = \sqrt{\text{Masam} \alpha^2 \text{ Masam}}$

$$[H^+] = \text{Masam} \times \alpha$$

Contoh soal

Derajat ionisasi HF 0,1 adalah 1 % berapa harga  $[H^+]$ , dan  $K_a$  asam HF ?

Penyelesaian :

$$[H^+] = \text{M asam} \alpha$$

$$[H^+] = 0,1 \times 0,01 = 0,001 = 10^{-3} \text{ M}$$

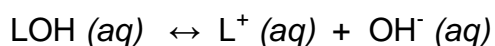
$$K_a = (a \alpha^2)$$

$$= 0,1 \times (0,01)^2 = 10^{-5}$$

$$\text{Jadi, } [H^+] = 10^{-3} \text{ M dan } K_a = 10^{-5}$$

#### 4. Konstanta basa lemah

Harga konstanta ionisasi basa ( $K_b$ ) dapat ditentukan berdasarkan persamaan reaksi ionisasinya. Basa lemah umumnya sukar larut dalam air, satu-satunya basa lemah yang larut baik dalam air adalah larutan  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Untuk menentukan konsentrasi  $\text{OH}^-$  sama dengan cara menentukan konsentrasi  $\text{H}^+$ , yaitu menggunakan harga  $K_b$ . Perhatikan reaksi kesetimbangan berikut.



$$K_b = \frac{[\text{L}^+][\text{OH}^-]}{[\text{LOH}]}$$

Karena  $[\text{L}^+] = [\text{OH}^-]$  maka

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-]^2}{[\text{LOH}]}$$

LOH yang terurai sangat sedikit, maka  $[\text{LOH}]_{\text{sisas}} = [\text{LOH}]_{\text{mula-mula}} = \text{M basa}$

$$\text{Maka } [\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \text{ M basa}}$$





Berdasarkan rumus, makin besar  $K_b$  maka  $[\text{OH}^-]$  makin besar atau sifat basa

makin kuat. Jadi, dapat disimpulkan: .

Makin besar  $K_b$ , sifat basa makin kuat

Tabel 3. Beberapa harga  $K_b$  basa lemah

Nama basa	Rumus kimia	$K_b$
Amonia	$\text{NH}_3$	$1,8 \times 10^{-5}$
Etilamin	$\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$	$4,7 \times 10^{-4}$
Hidrazin	$\text{N}_2\text{H}_4$	$1,7 \times 10^{-6}$

\* Hubungan derajat ionisasi basa ( $\alpha$ ) dengan harga  $K_b$

Suatu basa lemah LOH dengan konsentrasi  $b$  molar, LOH akan terionisasi sebagian dengan derajat ionisasi ( $\alpha$ ) membentuk  $\text{L}^+$  dan  $\text{OH}^-$ .  $[\text{OH}^-]$  untuk basa lemah dapat ditentukan, yaitu dengan penurunan rumus seperti pada asam lemah, sehingga didapat hubungan:

$$[\text{OH}^-] = M_{\text{basa}} \times \alpha$$

Contoh soal

Suatu larutan basa lemah  $\text{NH}_4\text{OH}$  0,1M dalam air terionisasi 1%.

Tentukan : a. jumlah  $[\text{OH}^-]$  yang terbentuk,

b. harga  $K_b$ !

Penyelesaian :

a.  $[\text{OH}^-] = M_{\text{basa}} \times \alpha$

$$= 0,1 \times 0,01 = 0,001 \text{ M} = 10^{-3} \text{ M}$$

b.  $[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \cdot M_{\text{basa}}}$

$$K_b = [\text{OH}^-]^2 / M_{\text{basa}} = (0,001)^2 / 0,1 = 0,00001 = 1 \times 10^{-5}$$

Jadi, jumlah  $[\text{OH}^-]$  yang terbentuk =  $10^{-3}$  M dan harga  $K_b = 1 \times 10^{-5}$

Latihan : ( quis ) soal terlampir.







### C. PERHITUNGAN $pH$ LARUTAN

$pH$  larutan ditentukan oleh besarnya konsentrasi ion  $H^+$  yang terdapat pada larutan. Bagaimana hubungan harga  $pH$  dengan konsentrasi ion  $H^+$  ini? Coba perhatikan data hasil pengujian  $pH$  asam dan basa pada berbagai konsentrasi pada Tabel 4.

Tabel 4  $pH$  beberapa asam dan basa dalam berbagai konsentrasi

arytan	HCl 0,1 M	HCl 0,01 M	CH <sub>3</sub> COOH 0,1 M	Air murni	NH <sub>3</sub> 0,1 M	NaOH 0,01 M	NaOH 0,1 M
[ $H^+$ ]	$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-7}$	$10^{-11}$	$10^{-12}$	$10^{-13}$
$pH$	1	2	3	7	11	12	13

Dari tabel 4 didapat hubungan antara [  $H^+$  ] dengan  $pH$  sebagai berikut :

$$[ H^+ ] = 0,1 \text{ M} = 10^{-1}, \quad pH = 1$$

$$[ H^+ ] = 0,01 \text{ M} = 10^{-2}, \quad pH = 2$$

$$[ H^+ ] = 0,001 \text{ M} = 10^{-3}, \quad pH = 3$$

Secara matematika hubungan harga  $pH$  dengan [  $H^+$  ], adalah :

$$1 = -\log 10^{-1}$$

$$2 = -\log 10^{-2}$$

$$3 = -\log 10^{-3},$$

Maka dapat disimpulkan

$$pH = -\log [ H^+ ]$$

Bagaimana hubungan [  $OH^-$  ] dengan  $pOH$  ? seperti pada  $pH$  hubungan [  $OH^-$  ] dengan  $pOH$  adalah :

$$pOH = -\log [ OH^- ]$$

Bagaimana hubungan  $pH$  dengan  $pOH$  larutan ?

$$K_w = [ H^+ ][ OH^- ]$$

$$-\log K_w = -\log [ H^+ ] + ( -\log [ OH^- ] )$$



Jadi  $pK_w = pH + pOH$

Berdasarkan hubungan  $pH$  dan  $pOH$  maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Larutan bersifat netral , jika  $[H^+] = [OH^-]$  atau  $pH = pOH = 7$
2. Larutan bersifat asam, jika  $[H^+] > [OH^-]$  atau  $pH < 7$
3. Larutan bersifat basa, jika  $[H^+] < [OH^-]$  atau  $pH > 7$

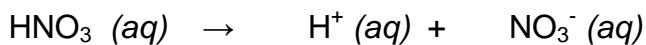
Untuk memahami perhitungan pH larutan, perhatikan contoh soal berikut.

Contoh Soal

- a. Tentukan pH larutan  $HNO_3$  0,1 M

Penyelesaian :

$HNO_3$  merupakan asam kuat



$$[H^+] = 0,1 M$$

$$pH = - \log [H^+]$$

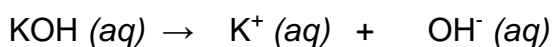
$$= - \log 10^{-1} = 1$$

Jadi pH larutan  $HNO_3$  0,1 M = 1

- b. Tentukan pH larutan  $KOH$  0,2 M

Penyelesaian :

$KOH$  merupakan basa kuat



$$[OH^-] = 0,2 M = 2 \cdot 10^{-1} M$$

$$pOH = - \log [OH^-]$$

$$= - \log 2 \cdot 10^{-1} = 1 - \log 2$$

$$pH + pOH = 14$$

$$pH = 14 - (1 - \log 2) = 13 + \log 2$$

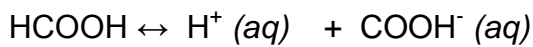
jadi pH larutan  $KOH$  0,2 M =  $13 + \log 2$





- c. Hitunglah pH larutan HCOOH 0,1 M jika  $K_a \text{ HCOOH} = 1,7 \times 10^{-4}$

Penyelesaian :



$$[\text{H}^+] = \sqrt{K_a \times \text{Masam}}$$

$$= \sqrt{1,7 \times 10^{-4} \times 10^{-1}} = 1,3 \times 10^{-3} \text{ M}$$

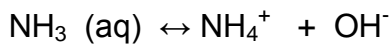
$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

$$\text{pH} = -\log 1,3 \times 10^{-3} \text{ M} = 3 - \log 1,3$$

$$\text{jadi pH larutan HCOOH 0,1 M} = 3 - \log 1,3$$

- d. Hitunglah pH larutan 0,01 M  $\text{NH}_3$ , jika  $K_b \text{ NH}_3 = 1,8 \times 10^{-5}$

Penyelesaian :



$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \times \text{M basa}}$$

$$= \sqrt{1,8 \times 10^{-5} \times 10^{-2}} = 4,2 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$

$$= -\log 4,2 \times 10^{-4} = 4 - \log 4,2$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

$$\text{pH} = 14 - (4 - \log 4,2) = 10 + \log 4,2$$

$$\text{jadi pH larutan} = 10 + \log 4,2$$





## KEMDIKBUD PPPPTK IPA

### GLOSARIUM

ASAM KUAT

Asam yang terionisasi 100% dalam air

Asam lemah

Asam yang terionisasi lebih kecil dari 100%

Basa kuat

Basa yang terionisasi 100% dalam air

Basa lemah

Basa yang terionisasi lebih kecil dari 100% dalam air

pH larutan

negatif dari logaritma konsentrasi ion  $H^+$  dalam larutan

pOH larutan

negatif dari logaritma konsentrasi  $OH^-$  dalam larutan





DAFTAR PUSTAKA

Chang Raymond , 2003, **General Chemistry: The Essential Concepts**, Third Edition, Boston : Mc Graw Hill.

James E. Brady, tahun 2009. General Chemistry

Siti Kalsum,dkk., 2009,**Kimia 2 Kelas X SMA/MA.Depdikbunus** : , : Pusat Perbukuan, Depdiknas.Jakarta

Sunarya, Y., Setiabudi, A., 2009, **Mudah dan Aktif Belajar Kimia 2** Depdiknas : Pusat perbukuan. Jakarta.

